

CLIPPEDIMAGE= JP411205074A

PAT-NO: JP411205074A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11205074 A

TITLE: PIEZOELECTRIC THIN-FILM VIBRATOR

PUBN-DATE: July 30, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

TAKEUCHI, MASAKI

NISHIDA, HIROSHI

COUNTRY

N/A

N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

MURATA MFG CO LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP10021395

APPL-DATE: January 19, 1998

INT-CL (IPC): H03H009/17;H01L041/09 ;H01L041/08

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the deterioration of a frequency characteristic in a piezoelectric thin-film vibrator.

SOLUTION: An insulating member, a lower electrode part, a piezoelectric thin-film member and an upper electrode part are laminated on the diaphragm of a substrate in order so as to form a vibrating element, drawing electrode parts 7 and 8 are respectively connected to the lower and upper electrode parts, and the respective extraction electrode parts 7 and 8 are respectively and independently connected to an electrode pad 10. The electrode pad 10 is constituted of an extended conductor part 16, extended from the extraction

electrode pad part 7(8) and formed in an electrode pad forming region D and plural minute conductor lands 17, which are sprinkled with mutual gaps in the electrode pad forming region D except a part where the extended conductor part 16 is formed. Most of a current is permitted to flow in a main route, which passes through the drawing electrode parts and the vibrating element from the electrode pad 10 at the time of conducting the current with any frequency and almost none of them is permitted to flow in the other part, so that the deterioration of the frequency characteristic in the piezoelectric thin-film vibrator is prevented.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-205074

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月30日

(51) Int.Cl.⁵

識別記号

F I

H 0 3 H 9/17

H 0 3 H 9/17

F

H 0 1 L 41/09

H 0 1 L 41/08

L

41/08

D

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平10-21395

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(22) 出願日 平成10年(1998) 1月19日

(72) 発明者 竹内 雅樹

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式

会社村田製作所内

(72) 発明者 西田 洋

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式

会社村田製作所内

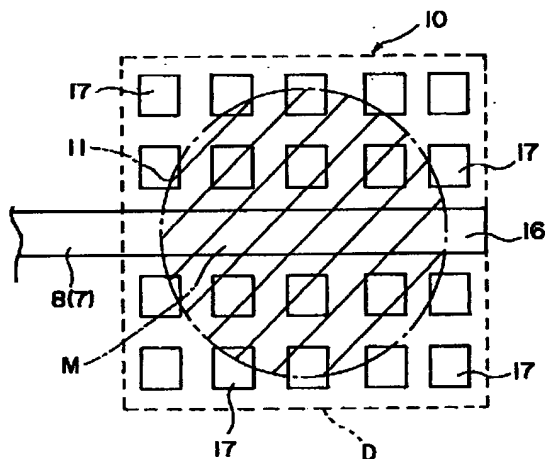
(74) 代理人 弁理士 五十嵐 清

(54) 【発明の名称】 圧電薄膜振動子

(57) 【要約】

【課題】 圧電薄膜振動子の周波数特性の悪化を防止する。

【解決手段】 基板のダイヤフラム上に絶縁部材と下部電極部と圧電薄膜部材と上部電極部とを順に積層して振動素子を形成し、下部電極部と上部電極部にそれぞれ引き出し電極部7、8を接続し、各引き出し電極部7、8をそれぞれ別個の電極パッド10に接続する。引き出し電極部7(8)から電極パッド形成領域D内に延長形成された延長導体部16と、延長導体部16の形成部分を除く電極パッド形成領域D内に互いに間隙を介して点在配置される複数の微小導体ランド17とにより電極パッド10を構成する。何れの周波数の電流通電時にも、電流の多くは電極パッド10から引き出し電極部と振動素子を通るメイン経路を通して流れ、他の部分には殆ど流れないので、圧電薄膜振動子の周波数特性の悪化を防止することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁部材と下部電極部と圧電薄膜部材と上部電極部とが順に積層形成された積層体が基板に上記絶縁部材を基板側に向けて保持形成され、上記下部電極部には下部引き出し電極部が、上記上部電極部には上部引き出し電極部がそれぞれ導通接続され、上記下部引き出し電極部と上部引き出し電極部はそれぞれ電極パッドに導通接続されている圧電薄膜振動子において、前記各電極パッドの少なくとも一方は、その電極パッド形成領域内に複数の微小導体ランドが互いに間隙を介して点在配置されていることを特徴とする圧電薄膜振動子。

【請求項2】 絶縁部材と下部電極部と圧電薄膜部材と上部電極部とが順に積層形成された積層体が基板に上記絶縁部材を基板側に向けて保持形成され、上記下部電極部には下部引き出し電極部が、上記上部電極部には上部引き出し電極部がそれぞれ導通接続され、上記下部引き出し電極部と上部引き出し電極部はそれぞれ電極パッドに導通接続されている圧電薄膜振動子において、前記各電極パッドの少なくとも一方は、その導体部分に複数の微小開口部が互いに間隙を介して点在形成されていることを特徴とする圧電薄膜振動子。

【請求項3】 絶縁部材と下部電極部と圧電薄膜部材と上部電極部とが順に積層形成された積層体が基板に上記絶縁部材を基板側に向けて保持形成され、上記下部電極部には下部引き出し電極部が、上記上部電極部には上部引き出し電極部がそれぞれ導通接続され、上記下部引き出し電極部と上部引き出し電極部はそれぞれ電極パッドに導通接続されている圧電薄膜振動子において、前記各電極パッドの少なくとも一方は、上記引き出し電極部から電極パッド形成領域内に延長形成された延長導体部と、該導体部から分岐形成された1本以上の分岐導体部とを有して構成されていることを特徴とする圧電薄膜振動子。

【請求項4】 絶縁部材と下部電極部と圧電薄膜部材と上部電極部とが順に積層形成された積層体が基板に上記絶縁部材を基板側に向けて保持形成され、上記下部電極部には下部引き出し電極部が、上記上部電極部には上部引き出し電極部がそれぞれ導通接続され、上記下部引き出し電極部と上部引き出し電極部はそれぞれ電極パッドに導通接続されている圧電薄膜振動子において、前記各電極パッドの少なくとも一方は、上記引き出し電極部から電極パッド形成領域内に延長形成された延長導体部と、該導体部から分岐形成された1本以上の分岐導体部と、上記延長導体部と分岐導体部の形成部分を除いた電極パッド形成領域内に互いに間隙を介して点在配置される複数の微小導体ランドとを有して構成されていることを特徴とする圧電薄膜振動子。

【請求項5】 絶縁部材と下部電極部と圧電薄膜部材と上部電極部とが順に積層形成された積層体が基板に上記絶縁部材を基板側に向けて保持形成され、上記下部電極

部には下部引き出し電極部が、上記上部電極部には上部引き出し電極部がそれぞれ導通接続され、上記下部引き出し電極部と上部引き出し電極部はそれぞれ電極パッドに導通接続されている圧電薄膜振動子において、前記各電極パッドの少なくとも一方は、上記引き出し電極部から電極パッド形成領域内に延長形成された延長導体部と、この延長導体部の形成部分を除いた電極パッド形成領域内に互いに間隙を介して点在配置される複数の微小導体ランドとを有して構成されていることを特徴とする圧電薄膜振動子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、圧電部材を用いた共振子やフィルター等の圧電薄膜振動子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図11には共振子やフィルター等として使用される圧電薄膜振動子の一例が平面図により示され、図12には図11に示すA-A部分の断面図が示されている。図11及び図12に示すように、この圧電薄膜振動子は、基板（例えば、シリコン基板）1にダイヤモンド2が形成されており、基板1の上に絶縁部材（例えば、酸化シリコン膜）3と下部電極部4と圧電薄膜部材（例えば、ZnO膜）5と上部電極部6とが順に積層されて振動素子Pが形成され、この振動素子Pの下部電極部4から下部引き出し電極部7が、上部電極部6から上部引き出し電極部8がそれぞれ引き出し形成されており、上記下部引き出し電極部7と上部引き出し電極部8にはそれぞれ電極パッド10a、10bが導通接続されている構成を有している。

【0003】上記各電極パッド10a、10b上に図11の点線に示すように半田バンパやワイヤボンダ等の接続部材11を接合形成し、該接続部材11を用いて圧電薄膜振動子は外部の接続相手側の回路等に導通接続することができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記電極パッド10a、10bの一方側、例えば、電極パッド10aに外部から印加された電流（電圧信号）は、下部引き出し電極部7と下部電極部4と圧電薄膜部材5と上部電極部6と上部引き出し電極部8を順に介して他方側の電極パッド10bに至るメイン経路と、図7に示すように絶縁部材3と基板1と絶縁部材3と圧電薄膜部材5を通して他方側の電極パッド10bに至るサブ経路とに分流して流れ電極パッド10bから取り出される。

【0005】図8にはその電流（信号）の導通経路の等価回路が示されている。この等価回路は、図8に示すように、コンデンサC1とインダクタLと抵抗体R1の直列接続体とコンデンサC0との並列接続体により構成される上記メイン経路に対応する等価回路12と、コンデ

ンサCzaと抵抗体RsとコンデンサCzbとコンデンサCpとの直列接続体により構成される上記サブ経路に対応する等価回路13とが並列接続されて構成されている。

【0006】上記メイン経路に対応する等価回路12のインピーダンスZpは通電電流（電圧）の周波数によって大きく変化するものであり、例えば、上記絶縁部材3と下部電極部4と圧電薄膜部材5と上部電極部6の積層体から成る振動素子Pの共振周波数Fkを持つ電流が通電しているときには、上記インピーダンスZpは数Ωと非常に小さいのに対して、上記振動素子Pの反共振周波数Fhを持つ電流が通電しているときには、上記インピーダンスZpは、数10kΩ以上と大幅に増加する。

【0007】また、前記サブ経路に対応する等価回路13を構成するコンデンサCzaの静電容量Czaは、電極パッド10aの電極面積Saと絶縁部材3が持つ誘電率εと絶縁部材3の膜厚dとにより定まるものであり、抵抗体Rsは基板1の抵抗率rにより定まり、コンデンサCzbの静電容量Czbは電極パッド10bの電極面積Sbと絶縁部材3の誘電率εと絶縁部材3の膜厚dとにより定まり、コンデンサCpの静電容量Cpは電極パッド10bの電極面積Sbと圧電薄膜部材5の誘電率ε'と圧電薄膜部材5の膜厚d'とにより定まるものであることから、等価回路13のインピーダンスZsは、例えば、ほぼ数10kΩ程度に定まる。

【0008】上記電流のメイン経路とサブ経路は上記のようなインピーダンスZp、Zsを有することから、上記共振周波数Fkを持つ電流の通電時には、上記の如くメイン経路のインピーダンスZpはサブ経路のインピーダンスZsに比べて格段に小さく、このことにより、電流の多くはメイン経路を通電してサブ経路には殆ど通電せず、振動素子Pの周波数特性は図9の実線カーブAに示すように良好となる。

【0009】これに対して、反共振周波数Fhを持つ電流の通電時には、上記の如く、サブ経路のインピーダンスZsが非常に大きくなり、例えば、メイン経路のインピーダンスZpがサブ経路のインピーダンスZsとほぼ同程度の大きさとなってしまう。このような場合には電流はメイン経路とサブ経路とにほぼ2分に分流して通電してしまい、このことに起因して、反共振周波数Fhの電流通電時には振動素子Pの周波数特性が、図9の点線カーブBに示すように、悪化したものとなる。

【0010】そこで、上記サブ経路のインピーダンスZsを増加して反共振周波数Fhの電流通電時の周波数特性を向上させるための手法が様々提案されている。例えば、特公平1-61253号公報には、図10に示すように、圧電薄膜部材5と電極パッド10bの間に絶縁部材14を介設し、サブ経路の静電容量を低下させてインピーダンスZsの増加を図り、反共振周波数Fhの電流通電時の周波数特性向上を図る手法が提案されている。

【0011】しかしながら、この提案の手法では、上記

の如く、絶縁部材14を形成しなければならないことから、絶縁部材14の製造工程が増えて圧電薄膜振動子の製造工程が煩雑となり、製造コストが増加するという問題が生じる。

【0012】また、上記特公平1-61253号公報に記載されている手法以外にも、特開昭64-71208号公報や、特開昭60-217711号公報等に、サブ経路のインピーダンスZsを増加して反共振周波数Fhの電流通電時の周波数特性を向上させるための手法が提案されているが、それら何れの手法も工程が煩雑となったり、歩留まりが悪化する等の問題が生じ、満足のいくものではなかった。

【0013】本発明は上記課題を解決するために成されたものであり、その目的は、反共振周波数の電流の通電時における周波数特性の悪化を防止することができ、しかも、製造工程の煩雑化や歩留まり悪化を防止することが可能な圧電薄膜振動子を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、この発明は次のような構成をもって前記課題を解決する手段としている。すなわち、第1の発明は、絶縁部材と下部電極部と圧電薄膜部材と上部電極部とが順に積層形成された積層体が基板に上記絶縁部材を基板側に向けて保持形成され、上記下部電極部には下部引き出し電極部が、上記上部電極部には上部引き出し電極部がそれぞれ導通接続され、上記下部引き出し電極部と上部引き出し電極部はそれぞれ電極パッドに導通接続されている圧電薄膜振動子において、前記各電極パッドの少なくとも一方は、その電極パッド形成領域内に複数の微小導体ランドが互いに間隙を介して点在配置されている構成をもって前記課題を解決する手段としている。

【0015】第2の発明は、絶縁部材と下部電極部と圧電薄膜部材と上部電極部とが順に積層形成された積層体が基板に上記絶縁部材を基板側に向けて保持形成され、上記下部電極部には下部引き出し電極部が、上記上部電極部には上部引き出し電極部がそれぞれ導通接続され、上記下部引き出し電極部と上部引き出し電極部はそれぞれ電極パッドに導通接続されている圧電薄膜振動子において、前記各電極パッドの少なくとも一方は、その導体部分に複数の微小開口部が互いに間隙を介して点在形成されている構成をもって前記課題を解決する手段としている。

【0016】第3の発明は、絶縁部材と下部電極部と圧電薄膜部材と上部電極部とが順に積層形成された積層体が基板に上記絶縁部材を基板側に向けて保持形成され、上記下部電極部には下部引き出し電極部が、上記上部電極部には上部引き出し電極部がそれぞれ導通接続され、上記下部引き出し電極部と上部引き出し電極部はそれぞれ電極パッドに導通接続されている圧電薄膜振動子において、前記各電極パッドの少なくとも一方は、上記引き

10

20

30

40

50

出し電極部から電極パッド形成領域内に延長形成された延長導体部と、該導体部から分岐形成された1本以上の分岐導体部とを有して形成されている構成をもって前記課題を解決する手段としている。

【0017】第4の発明は、絶縁部材と下部電極部と圧電薄膜部材と上部電極部とが順に積層形成された積層体が基板に上記絶縁部材を基板側に向けて保持形成され、上記下部電極部には下部引き出し電極部が、上記上部電極部には上部引き出し電極部がそれぞれ導通接続され、上記下部引き出し電極部と上部引き出し電極部はそれぞれ電極パッドに導通接続されている圧電薄膜振動子において、前記各電極パッドの少なくとも一方は、上記引き出し電極部から電極パッド形成領域内に延長形成された延長導体部と、該導体部から分岐形成された1本以上の分岐導体部と、上記延長導体部と分岐導体部の形成部分を除いた電極パッド形成領域内に互いに間隙を介して点在配置される複数の微小導体ランドとを有して形成されている構成をもって前記課題を解決する手段としている。

【0018】第5の発明は、絶縁部材と下部電極部と圧電薄膜部材と上部電極部とが順に積層形成された積層体が基板に上記絶縁部材を基板側に向けて保持形成され、上記下部電極部には下部引き出し電極部が、上記上部電極部には上部引き出し電極部がそれぞれ導通接続され、上記下部引き出し電極部と上部引き出し電極部はそれぞれ電極パッドに導通接続されている圧電薄膜振動子において、前記各電極パッドの少なくとも一方は、上記引き出し電極部から電極パッド形成領域内に延長形成された延長導体部と、この延長導体部の形成部分を除いた電極パッド形成領域内に互いに間隙を介して点在配置される複数の微小導体ランドとを有して形成されている構成をもって前記課題を解決する手段としている。

【0019】上記構成の発明において、電極パッドを、ランド構造、又は、網状、又は、延長導体部と分岐導体部から成る構造、又は、延長導体部と分岐導体部と微小導体ランドとから成る構造、又は、延長導体部と微小導体ランドとから成る構造に形成する。

【0020】電極パッド形成領域の全領域に互い導体が形成される従来の電極パッドに比べて、本発明において特徴的な電極パッドは電極面積を格段に削減することができる。このことによって、圧電薄膜振動子を持つ反共振周波数の電流通電時であっても、一方の電極パッドから積層体を通して他方の電極パッドに至るメインの電流経路のインピーダンスよりも、一方の電極パッドから基板を通して他方側の電極パッドに至るサブ電流経路のインピーダンスを大きくすることができ、通電電流の殆どが上記メイン経路を通電することから、反共振周波数の電流通電時における圧電薄膜振動子の周波数特性の悪化が回避される。

【0021】また、電極パッドの導体パターンを本発明

において特徴的な導体パターンに変更するだけで、従来と同様の製造工程で圧電薄膜振動子を製造できるので、従来の製造工程よりも製造工程が増加するのが防止されて製造工程の煩雑化は回避され、また、歩留まりの悪化も回避される。

【0022】

【発明の実施の形態】以下に、この発明に係る実施形態例を図面に基づき説明する。

【0023】図1には第1の実施形態例において特徴的な電極パッドの構成が示されている。この第1の実施形態例が前記図11に示す圧電薄膜振動子と異なる特徴的なことは、図1に示すように、電極パッド10が延長導体部16と複数の微小導体ランド17を有して構成されていることであり、それ以外の構成は前記図11に示す圧電薄膜振動子の構成と同様であり、その共通部分の重複説明は省略する。

【0024】ところで、前述したように、反共振周波数 F_h を持つ電流の通電時における振動素子Pの周波数特性の悪化を防止するためには、反共振周波数 F_h の電流通電時における電流のメイン経路(図8に示す等価回路12)のインピーダンス Z_p よりもサブ経路(等価回路13)のインピーダンス Z_s が大きくなるように圧電薄膜振動子を構成することが考えられる。

【0025】上記サブ経路のインピーダンス Z_s を増加するためには、サブ経路のコンデンサ C_{za} やコンデンサ C_{zb} やコンデンサ C_p の各静電容量を減少させることが考えられる。上記各静電容量を減少させるためには、絶縁部材3の誘電率 ϵ を下げる、あるいは、絶縁部材3の膜厚 d を薄くする、あるいは、電極パッド10の電極面積 S を削減することが考えられる。しかし、上記絶縁部材3の誘電率 ϵ 及び厚み d は、上記振動素子Pの予め定まる所望の周波数特性を得るために、ほぼ定められてしまうので、上記の如くサブ経路のインピーダンス Z_s の増加を図るために自由に可変設定することはできない。

【0026】そこで、この実施形態例では、電極パッド10の電極面積 S を削減することでコンデンサ C_{za} とコンデンサ C_{zb} とコンデンサ C_p の各静電容量を減少させて前記サブ経路のインピーダンス Z_s を増加させる構成とし、反共振周波数 F_h の電流通電時における振動素子Pの周波数特性の悪化を防止することができる構成を備えたことを特徴としている。

【0027】この実施形態例に示す電極パッド10(10a, 10b)は、上記の如く、延長導体部16と複数の微小導体ランド17を有して構成され、上記延長導体部16は予め定められた図1の点線により囲まれる電極パッド形成領域D内に引き出し電極8(7)から延長形成されたものであり、複数の微小導体ランド17は、上記延長導体部16が形成された部分を除く電極パッド形成領域D内に互いに間隙を介して点在形成されている。

【0028】この実施形態例では、上記電極パッド形成

領域Dは、前記接続部材11を電極パッド10上に接合形成するアセンブリ工程での接続部材11の接合位置ずれを考慮して、図1に示す鎖線により囲まれる上記電極パッド10と接続部材11との接合部分の面積Mよりも広い面積を持つ領域が設定される。また、接続部材11の形成位置ずれ及び接続部材11と電極パッド10の導通不良を考慮して、延長導体部16と微小導体ランド17の各形状及び面積や、延長導体部16と微小導体ランド17間の間隔や、各微小導体ランド17間の間隔が設定されている。

【0029】より具体的な例を以下に示す。基板1は面方位{100}のシリコン基板を用い、絶縁部材3は酸化シリコン膜により構成され、圧電薄膜部材5はZnO膜により構成されており、電極パッド10に接合形成される接続部材11である半田パンパの径が約100 μ mである場合、上記電極パッド形成領域Dは、電極パッド10と接続部材11の接合部分の面積Mの約2倍の面積を持つように設定され、例えば、図1の点線に示すように、一辺の長さが約125 μ mである正方形の領域が設定される。

【0030】また、引き出し電極8(7)から上記電極パッド形成領域D内に延長形成される延長導体部16は電極パッド形成領域Dの中心部を通り、幅約25 μ m、長さ約125 μ mの大きさを持つ形態に形成され、この延長導体部16の形成部分を除く電極パッド形成領域D内に、一辺の長さが約15 μ mの正方形の微小導体ランド17が20個互いに間隔を介して点在形成されて電極パッド10が構成される。この電極パッド10では、上記約100 μ m径の半田パンパは延長導体部16及び10~12個の微小導体ランド17に接合することにな

る。

【0031】この実施形態例によれば、延長導体部16と複数の微小導体ランド17とが互いに間隔を介して形成されて電極パッド10が構成されているので、図11に示すように電極パッド形成領域Dの全領域に互い導体部が形成されているものに比べて、電極パッド10の導体部分を削減することができ、つまり、電極パッド10の電極面積Sを削減することができる。

【0032】この電極パッド10の電極面積Sの削減により、電流のサブ経路におけるコンデンサCzaとコンデンサCzbとコンデンサCpの各静電容量を減少させることができる。

【0033】例えば、上記具体例に述べた例では、サブ経路のコンデンサCzaと抵抗体RsとコンデンサCzbとコンデンサCpの直列接続体の静電容量を、図11に示す電極パッド10の形態のものよりも約40%以上も大幅に削減することができる。

【0034】上記のように、サブ経路のコンデンサCzaとコンデンサCzbとコンデンサCpの各静電容量を削減することができることによって、サブ経路のインピーダ

ンスZsを大幅に増加させることができ、反共振周波数の電流の通電時におけるメイン経路のインピーダンスZpよりもサブ経路のインピーダンスZsを大きくすることができ、反共振周波数の電流通電時であっても、電流の多くはメイン経路を通電しサブ経路には殆ど流れないことから、振動素子Pの周波数特性の悪化を防止することができ、図9の実線に示すような良好な周波数特性を得ることができる。

【0035】また、電極パッド10の導体パターンを図10に示すような導体パターンに変更するだけで従来と同様な製造工程で圧電薄膜振動子を製造することができるので、従来の圧電薄膜振動子の製造工程よりも工程が増加することはなく、製造工程の煩雑化を防止することができる。

【0036】さらに、上記の如く電極パッド10の電極面積Sを削減しても、接続部材11との接合に要する面積Mよりも広い面積を持つ電極パッド形成領域D内に複数の微小導体ランド17を点在配置したので、接続部材11の接合位置ずれが生じても、接続部材11を電極パッド10にほぼ確実に接合させることができ、電極パッド10と接続部材11の接合不良を防止することができる。その上、引き出し電極7(8)から延長形成される延長導体部16を設けたので、接続部材11の接合位置ずれが起こっても、接続部材11を引き出し電極7(8)にほぼ確実に導通接続させることができる。

【0037】さらにまた、上記の如く電極パッド10を延長導体部16と複数の微小導体ランド17により構成することによって、電極パッド10と接続部材11の接合強度を強化することができるという効果も奏することができる。それというのは、図2に示すように、接続部材11は延長導体部16や微小導体ランド17の上面Jだけに接合するのではなく、延長導体部16や微小導体ランド17の側面H、及び、延長導体部16と微小導体ランド17間の隙間や各延長導体部16間の隙間に露出される絶縁部材3や圧電薄膜部材5の上面Tにも接合することから、電極パッド10と接続部材11の接合面積が図11に示す形態の電極パッド10と接続部材11の接合面積よりも格段に増加するので、この第1の実施形態例に示す電極パッド10では、図11に示す従来の電極パッド10の形態のものよりも格段に接続部材11の接合強度を高めることができるというものである。

【0038】以下に第2の実施形態例を説明する。この実施形態例において特徴的なことは、図3に示すように、電極パッド10を網状の構造に形成したことである。それ以外の構成は前記第1の実施形態例と同様であり、その共通部分の重複説明は省略する。

【0039】図3に示すように、この実施形態例に示す電極パッド10は、電極パッド形成領域D内に形成された導体部分18に、複数の微小開口部20が互いに間隔を介して形成されており、導体部分18が網状の構造と

成している。

【0040】この実施形態例では、導体部分18は、前記接続部材11のアセンブリ工程における接続部材11の接合位置ずれを考慮し前記第1の実施形態例と同様にして設定される電極パッド形成領域Dに形成され、つまり、上記電極パッド10と接続部材11との接合に要する面積Mよりも広い面積を持つ領域に形成される。また、接続部材11の接合位置ずれ及び接続部材11と導体部分18の導通不良を考慮して、各微小開口部20の形状及び開口面積や、各微小開口部20間の間隔が設定されている。

【0041】この第2の実施形態例によれば、電極パッド10は導体部分18が網状の電極パッドと成しているので、従来のように電極パッド形成領域Dの全領域に互り導体を形成する場合に比べて、微小開口部20を形成した分、電極パッド10の電極面積Sが少なく、電極面積Sを大幅に削減することができ、前記第1の実施形態例と同様に、電流のサブ経路のコンデンサCzaとコンデンサCzbとコンデンサCpの各静電容量を減少させることができ、このことによって、サブ経路のインピーダンスZsを格段に増加させることができる。このことから、反共振周波数Fhの電流の通電時にも、電流の多くが振動素子Pを通るメイン経路で通電し、振動素子Pの周波数特性の悪化を回避することができる。

【0042】また、上記の如く、接続部材11との接合に要する面積Mよりも広い領域を持つ電極パッド形成領域D内に導体部分18を形成しているので、前記第1の実施形態例と同様に、接続部材11との接合不良を防止することができる。さらに、電極パッド10の導体部分18部分に複数の微小開口部20を設けることによって、電極パッド10と接続部材11の接合面積が増加し、電極パッド10と接続部材11の接合強度を強化することができる。

【0043】以下に第3の実施形態例を説明する。この第3の実施形態例において特徴的なことは、図4に示すように、電極パッド10が延長導体部16と複数の微小導体ランド17と分岐導体部21とにより構成されていることである。それ以外の構成は前記各実施形態例と同様であり、その共通部分の重複説明は省略する。

【0044】図4に示すように、この実施形態例に示す電極パッド10には、引き出し電極7(8)から電極パッド形成領域D内に延長形成された延長導体部16が形成され、また、この延長導体部16の伸長方向に直交する方向に分岐導体部21が延長導体部16から分岐形成されている。さらに、上記延長導体部16と分岐導体部21の形成部分を除く電極パッド形成領域D内には、複数の微小導体ランド17が互いに間隙を介して点在形成されている。

【0045】この第3の実施形態例においても、前記各実施形態例と同様に、電極パッド10の電極面積Sの削

減が図れ、このことに起因して電流のサブ経路のインピーダンスZsを増加することができ、反共振周波数Fhの電流通電時における振動素子Pの周波数特性の悪化を防止することができる。また、電極パッド10と接続部材11の接合不良を防止することができ、さらに、電極パッド10と接続部材11の接合強度の強化を図ることができるという効果を得ることができる。

【0046】なお、この発明は上記各実施形態例に限定されるものではなく、様々な実施の形態を採り得る。例えば、上記各実施形態例では、下部引き出し電極部7に接続される電極パッド10aと上部引き出し電極部8に接続される電極パッド10bとの両方を上記各実施形態例に示すような形態に形成したが、それら電極パッド10a、10bのうちの一方側だけを上記各実施形態例に示す形態の電極パッドに形成し、他方側は図11に示すような形態に電極パッド10を形成してもよい。

【0047】例えば、電極パッド10aのみを上記各実施形態例に示す形態に形成した場合には、図11に示す従来例のものに比べて、電流のサブ経路のコンデンサCzaの静電容量が上記電極パッド10aの電極面積Sの減少分に依りて低減するので、この場合にも、上記各実施形態例と同様の効果を得ることができる。また、電極パッド10bのみを上記各実施形態例に示す形態に形成した場合には、電流のサブ経路のコンデンサCzbとコンデンサCpの各静電容量を上記電極パッド10bの電極面積Sの減少分に依りて削減することができ、この場合にも、上記各実施形態例と同様の効果を奏することができる。

【0048】また、上記電極パッド10a、10bのうちの一方側は上記第1の実施形態例に示す形態に形成し、他方側の電極パッド10は上記第2の実施形態例に示す形態に形成するというように、電極パッド10aと電極パッド10bの形態は等しくしなくてもよい。

【0049】さらに、上記各実施形態例では、電極パッド形成領域Dは方形であったが、この電極パッド形成領域Dは図5の(c)に示すように円形状でもよく、また、三角形や、5角以上の多角形等に設定してもよく、電極パッド形成領域Dの形状及びその面積は接続部材11の接合不良防止等を考慮して適宜に設定してよいものである。上記第2の実施形態例に示す電極パッド10の導体部分18の形状は上記電極パッド形成領域Dの形状に基づくものであることから、導体部分18の形状及び大きさは接続部材11の接合不良防止等を考慮して適宜に設定されるものである。

【0050】さらに、上記各実施形態例では、基板1は面方位{100}のシリコン基板により構成されていたが、基板1は、例えば、面方位{110}のシリコン基板や面方位{111}のシリコン基板や、GaAsや金属やセラミックスやガラス等のシリコン以外の材料の基板により構成してもよい。

【0051】さらに、上記各実施形態例では、絶縁部材3は酸化シリコン膜により構成されていたが、絶縁部材3は上記酸化シリコン膜以外の絶縁材料により構成してもよい。さらに、上記各実施形態例では、圧電薄膜部材5はZnOにより構成されていたが、例えば、PZT（チタン酸ジルコン酸鉛）等のZnO以外の圧電材料により圧電薄膜部材5を構成してもよい。

【0052】さらに、上記第3の実施形態例では、延長導体部16から2本の分岐導体部21が分岐形成されていたが、分岐導体部21は1本だけ形成してもよいし、

【0053】さらに、上記第3の実施形態例では、図4に示すように、電極パッド10は延長導体部16と分岐導体部21に加えて、複数の微小導体ランド17が設けられていたが、図5の（a）や（b）に示すように、微小導体ランド17を設けずに、延長導体部16と分岐導体部21により電極パッド10を構成するようにしてもよい。

【0054】また、上記第3の実施形態例では、分岐導体部21は延長導体部16の伸長方向に直行する方向に分岐形成されていたが、図5の（b）に示すように、分岐導体部21は延長導体部16から任意の方向に分岐形成してもよい。

【0055】さらに、上記第1と第3の各実施形態例では、微小導体ランド17の形状は、方形であったが、図5の（c）に示すように、円形でもよいし、三角形や、5角以上の多角形等でもよい。さらに、方形の微小導体ランド17と円形状の微小導体ランド17が混在する等、各微小導体ランド17の形状は全て等しくしなくともよい。

【0056】さらに、上記第1と第3の各実施形態例では、複数の微小導体ランド17は何れもほぼ等しい面積を持つものであったが、図5の（c）に示すように、各微小導体ランド17の面積は全て等しくしなくともよい。

【0057】さらに、上記第2の実施形態例では、微小開口部20の形状は方形であったが、円形や、三角形や、5角以上の多角形等でもよい。また、方形の微小開口部20と円形状の微小開口部20が混在する等、各微小開口部20の形状は等しくしなくともよい。さらに、各微小開口部20の開口面積は全て等しくしなくともよい。

【0058】さらに、上記各実施形態例では、ダイヤフラム2が形成されている基板1部分の上側に絶縁部材3と下部電極部4と圧電薄膜部材5と上部電極部6が順に積層されて振動素子Pが形成されるダイヤフラム型の圧電薄膜振動子を例にして説明したが、この発明は、図6に示すように、上記振動素子Pが絶縁部材3を基板側に向け基板1と空隙22を介して基板1に保持形成されて

いるブリッジ型の圧電薄膜振動子にも適用することができる。この場合にも上記各実施形態例と同様の効果を奏することができる。

【0059】

【発明の効果】電極パッドをランド構造の電極パッドに構成したものや、導体部分が網状の電極パッドに構成したものや、延長導体部と1本以上の分岐導体部とにより電極パッドを構成したものや、延長導体部と1本以上の分岐導体部と複数の微小導体ランドとにより電極パッドを構成したものや、延長導体部と複数の微小導体ランドとにより電極パッドを構成したものにあつては、電極パッド形成領域の全領域に互り導体を形成して電極パッドを構成するものよりも電極パッドの電極面積を大幅に削減することができる。

【0060】このように、電極パッドの電極面積を削減することができることによって、一方の電極パッドから基板を通して他方の電極パッドに至る電流のサブ経路におけるインピーダンスを格段に大きくすることができ、圧電薄膜振動子が持つ反共振周波数の電流通電時において、一方の電極パッドから絶縁部材と下部電極部と圧電薄膜部材と上部電極部との積層体を通して他方側の電極パッドに至る電流のメイン経路におけるインピーダンスよりも、上記電流のサブ経路のインピーダンスを大きくすることができる。

【0061】このことから、通電電流の周波数によらずに、通電電流の多くは上記メイン経路を通してサブ経路には流れないことから、反共振周波数の電流通電時における圧電薄膜振動子の周波数特性の悪化を防止することができる。

【0062】また、電極パッドに接合形成される半田バンプやワイヤボンダ等の接続部材の接合位置ずれを考慮して、電極パッド形成領域が設定され、その電極パッド形成領域内に上記微小導体ランドや網状の導体や延長導体部や分岐導体部等の導体を形成するので、接続部材をほぼ確実に上記導体に接合することができ、接続部材と電極パッドの導通不良の問題発生を防止することができる。

【0063】さらに、本発明において特徴的な電極パッドと接続部材の接合面積は、従来の電極パッドと接続部材の接合面積よりも大幅に増加させることができることから、接続部材の接合強度を高めることができる。

【0064】さらに、電極パッドの形成パターンを変更するだけで従来と同様の製造工程で、本発明の圧電薄膜振動子を製造することができるので、圧電薄膜振動子の製造工程の煩雑化を回避することができ、また、歩留まりの悪化も回避することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態例において特徴的な電極パッドの形態を示すモデル図である。

【図2】図1に示す形態の電極パッドと接続部材との接

13

合強度の向上効果を示す説明図である。

【図3】第2の実施形態例において特徴的な電極パッドの形態を示すモデル図である。

【図4】第3の実施形態例において特徴的な電極パッドの形態を示すモデル図である。

【図5】その他の実施形態例を示す説明図である。

【図6】さらに、その他の実施形態例を示す説明図である。

【図7】圧電薄膜振動子内の電流の通電経路の一例を示すモデル図である。

【図8】圧電薄膜振動子内の電流の通電経路の等価回路を示す回路図である。

【図9】圧電薄膜振動子の周波数特性の一例を示すグラフである。

【図10】提案例を示す説明図である。

【図11】従来の圧電薄膜振動子の一例を示すモデル図である。

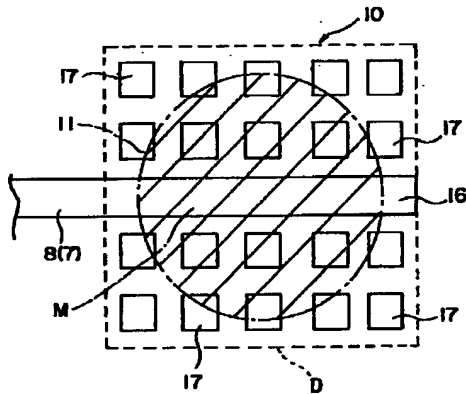
14

【図12】図11に示すA-A部分の断面を示す断面図である。

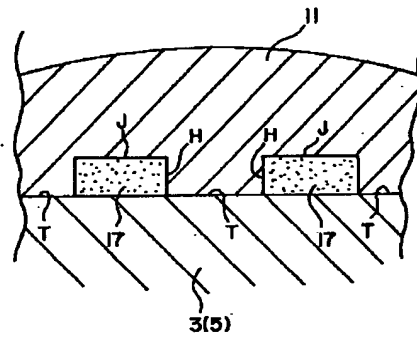
【符号の説明】

- 1 基板
- 3 絶縁部材
- 4 下部電極部
- 5 圧電薄膜部材
- 6 上部電極部
- 7 下部引き出し電極部
- 8 上部引き出し電極部
- 10 電極パッド
- 16 延長導体部
- 17 微小導体ランド
- 18 導体部分
- 20 微小開口部
- 21 分岐導体部

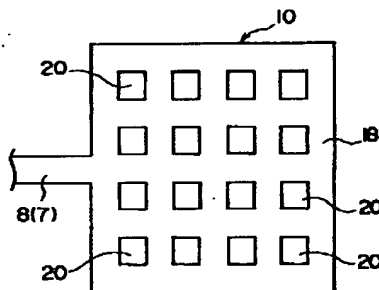
【図1】



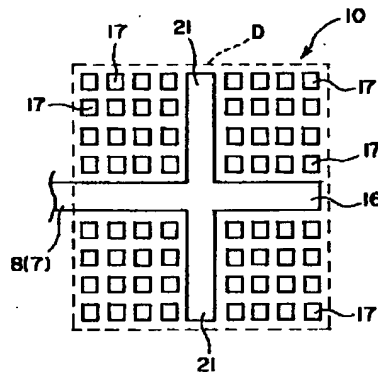
【図2】



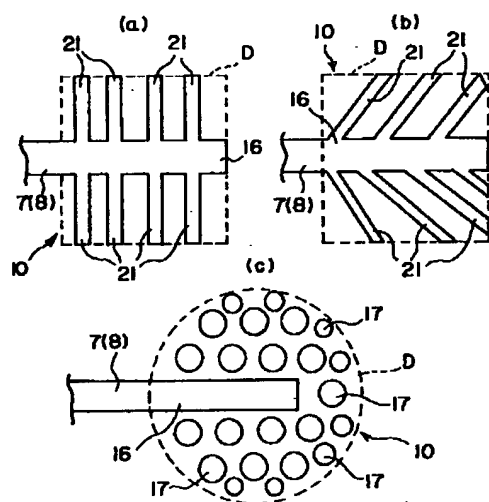
【図3】



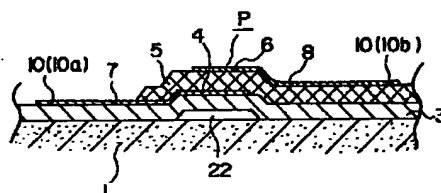
【図4】



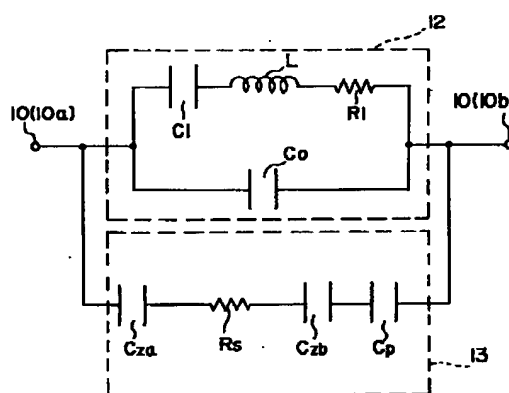
【図5】



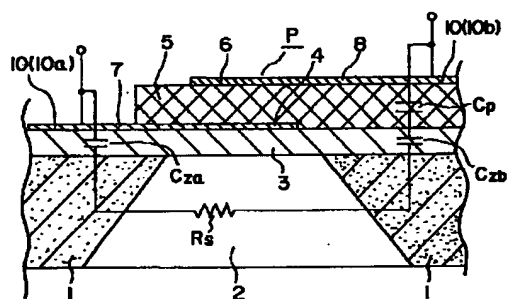
【図6】



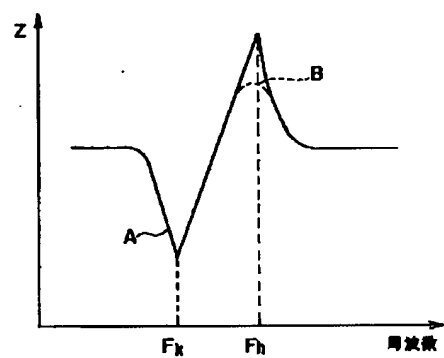
【図8】



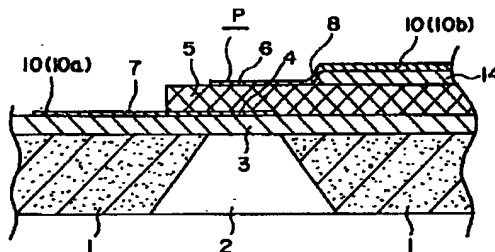
【図7】



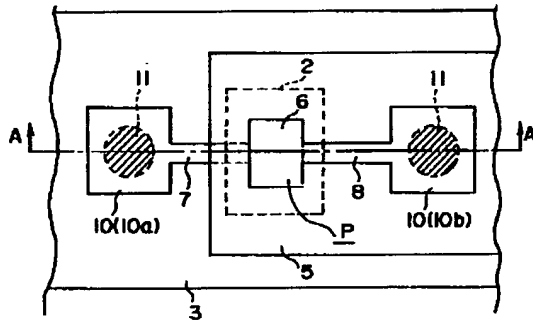
【図9】



【図10】



【図11】



【図12】

